

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/420

In re patent application of

Hoon SONG, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: MONOLITHIC INK-JET PRINthead AND METHOD FOR MANUFACTURING
THE SAME

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:


The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-77000, filed December 5, 2002.

Respectfully submitted,

December 5, 2003
Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0077000
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 05일
Date of Application DEC 05, 2002

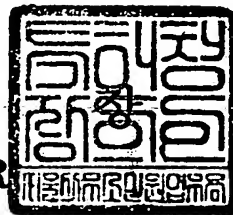
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 05 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.12.05
【국제특허분류】	B41J
【발명의 명칭】	일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Monolithic inkjet printhead and method of manufacturing thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송훈
【성명의 영문표기】	SONG, Hoon
【주민등록번호】	720719-1320921
【우편번호】	151-878
【주소】	서울특별시 관악구 신림12동 608-33
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오용수
【성명의 영문표기】	OH, Yong Soo
【주민등록번호】	590204-1042510
【우편번호】	463-030

【주소】 경기도 성남시 분당구 분당동 샛별마을 동성아파트 206동 307호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 신종우
【성명의 영문표기】 SHIN, Jong Woo
【주민등록번호】 691123-1030319
【우편번호】 442-745
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을풍림아파트 232동 505호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 이창승
【성명의 영문표기】 LEE, Chang Seung
【주민등록번호】 700809-1520211
【우편번호】 137-064
【주소】 서울특별시 서초구 방배4동 825-4
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 임형택
【성명의 영문표기】 LIM, Hyung Taek
【주민등록번호】 720130-1063528
【우편번호】 137-937
【주소】 서울특별시 서초구 방배4동 방배현대아파트 106동 702호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
이영필 (인) 대리인
이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 27 면 27,000 원

1020020077000

출력 일자: 2003/5/9

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	34	항	1,197,000	원
【합계】	1,253,000		원	
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

【요약서】**【요약】**

일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법이 개시된다. 개시된 일체형 잉크젯 프린트헤드는, 잉크챔버와 매니폴드와 잉크채널이 형성된 기판과, 기판 상에 일체로 형성된 노즐 플레이트를 구비한다. 상기 노즐 플레이트는 기판 상에 순차 적층된 다수의 보호층과, 다수의 보호층 위에 형성된 금속층을 포함하며, 잉크챔버로부터 잉크가 토출되는 노즐이 관통되어 형성된다. 보호층들 사이에는, 잉크챔버 내부의 잉크를 가열하는 히터와, 히터에 전류를 인가하는 도체가 마련된다. 그리고, 금속층의 바깥쪽 표면에만 소수성을 가지는 코팅막이 형성된다. 이와 같은 소수성_코팅막은, 노즐이 형성될 부위에 도금층을 형성한 뒤, 먼저 금속층을 형성하고, 그_금속층 위에 소수성을 가진 물질을 코팅함으로써 형성된다. 이와 같은 구성에 의하면, 잉크 액적의 직진성, 잉크 액적의 크기 및 잉크 액적의 토출 속도 등 잉크 토출 성능이 향상되어 구동주파수가 높아지고 인쇄 품질이 향상될 수 있다. 또한, 프린트헤드의 표면 오염이 방지될 수 있으며, 화학적 및 기계적 내구성이 향상된다.

【대표도】

도 3b

【명세서】

【발명의 명칭】

일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법{Monolithic inkjet printhead and method of manufacturing thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 절개 사시도 및 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 수직 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메카니즘을 설명하기 위한 도면들이다.

도 5 내지 도 16은 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

110...기판

120...노즐 플레이트

121...제1 보호층

122...제2 보호층

124...열전도층

126...제3 보호층

127...시드층

128...금속층

129...소수성 코팅막

132...잉크챔버

134...잉크채널

136...매니폴드

138...노즐

139...도금틀

142...히터

144...도체

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<15> 본 발명은 잉크젯 프린트헤드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기판과 노즐 플레이트가 일체로 형성되고 노즐 플레이트의 표면에 소수성의 코팅막이 형성된 열구동 방식의 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<16> 일반적으로 잉크젯 프린트헤드는, 인쇄용 잉크의 미소한 액적(droplet)을 기록용지상의 원하는 위치에 토출시켜서 소정 색상의 화상으로 인쇄하는 장치이다. 이러한 잉크젯 프린트헤드는 잉크 액적의 토출 메카니즘에 따라 크게 두가지 방식으로 분류될 수 있다. 그 하나는 열원을 이용하여 잉크에 버블(bubble)을 발생시켜 그 버블의 팽창력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 열구동 방식의 잉크젯 프린터헤드이고, 다른 하나는 압전체를 사용하여 그 압전체의 변형으로 인해 잉크에 가해지는 압력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 압전구동 방식의 잉크젯 프린트헤드이다.

<17> 상기 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드에서의 잉크 액적 토출 메카니즘을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다. 저항 발열체로 이루어진 히터에 펄스 형태의

전류가 흐르게 되면, 히터에서 열이 발생되면서 히터에 인접한 잉크는 대략 300℃로 순간 가열된다. 이에 따라 잉크가 비등하면서 버블이 생성되고, 생성된 버블은 팽창하여 잉크챔버 내부에 채워진 잉크에 압력을 가하게 된다. 이로 인해 노즐 부근에 있던 잉크가 노즐을 통해 액적의 형태로 잉크챔버 밖으로 토출된다.

<18> 여기에서, 버블의 성장방향과 잉크 액적의 토출 방향에 따라 상기 열구동 방식은 다시 탑-슈팅(top-shooting), 사이드-슈팅(side-shooting), 백-슈팅(back-shooting) 방식으로 분류될 수 있다. 탑-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 동일한 방식이고, 사이드-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 직각을 이루는 방식이며, 그리고 백-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 서로 반대인 잉크 액적 토출 방식을 말한다.

<19> 이와 같은 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는 일반적으로 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다. 첫째, 가능한 한 그 제조가 간단하고 제조비용이 저렴하며, 대량 생산이 가능하여야 한다. 둘째, 고화질의 화상을 얻기 위해서는 인접한 노즐들 사이의 간섭(cross talk)은 억제하면서도 인접한 노즐 사이의 간격은 가능한 한 좁아야 한다. 즉, DPI(dots per inch)를 높이기 위해서는 다수의 노즐을 고밀도로 배치할 수 있어야 한다. 셋째, 고속 인쇄를 위해서는, 잉크챔버로부터 잉크가 토출된 후 잉크챔버에 잉크가 리필되는 주기가 가능한 한 짧아야 한다. 즉, 가열된 잉크와 히터의 냉각이 빨리 이루어져 구동 주파수를 높일 수 있어야 한다. 넷째, 히터에서 발생된 열로 인해 프린트헤드에 가해지는 열적 부하가 적어야 하며, 높은 구동 주파수에서도 장시간 안정적으로 작동될 수 있어야 한다.

- <20> 도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례로서, 미국특허 US 4,882,595호에 개시된 잉크젯 프린트헤드의 구조를 나타내 보인 절개 사시도 및 그 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.
- <21> 도 1a와 도 1b를 참조하면, 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 기판(10)과, 그 기판(10) 위에 설치되어 잉크(29)가 채워지는 잉크챔버(26)를 한정하는 격벽(14)과, 잉크챔버(26) 내에 설치되는 히터(12)와, 잉크 액적(29')이 토출되는 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)를 구비하고 있다. 상기 히터(12)에 펄스 형태의 전류가 공급되어 히터(12)에서 열이 발생되면 잉크챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)가 가열되어 버블(28)이 생성된다. 생성된 버블(28)은 계속적으로 팽창하게 되고, 이에 따라 잉크챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)에 압력이 가해져 노즐(16)을 통해 잉크 액적(29')이 외부로 토출된다. 그 다음에, 매니폴드(22)로부터 잉크채널(24)을 통해 잉크챔버(26) 내부로 잉크(29)가 흡입되어 잉크챔버(26)는 다시 잉크(29)로 채워진다.
- <22> 그런데, 이러한 구조를 가진 종래의 탑-슈팅 방식의 잉크젯 프린트헤드를 제조하기 위해서는, 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)와 잉크챔버(26) 및 잉크채널(24) 등이 그 위에 형성된 기판(10)을 별도로 제작하여 본딩하여야 하므로, 제조 공정이 복잡하고 노즐 플레이트(18)와 기판(10)의 본딩시에 오정렬의 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다. 또한, 잉크챔버(26), 잉크채널(24) 및 매니폴드(22)가 평면상에 배치되어 있으므로, 단위 면적당 노즐(16)의 수, 즉 노즐 밀도를 높이는데 한계가 있으며, 이에 따라 높은 인쇄 속도와 고해상도를 가진 잉크젯 프린트헤드를 구현하기가 곤란하다.
- <23> 최근에는, 상기한 바와 같은 종래의 잉크젯 프린트헤드의 문제점을 해소하기 위하여 다양한 구조를 가진 잉크젯 프린트헤드가 제안되고 있으며, 도 2에는 그 일례로서

2002년 1월 29일에 특허공개번호 2002-007741호로 공개된 본 출원인의 한국특허출원에 개시된 일체형(monolithic) 잉크젯 프린트헤드가 도시되어 있다.

<24> 도 2를 참조하면, 실리콘 기판(30)의 표면쪽에는 반구형의 잉크챔버(32)가 형성되어 있고, 기판(30)의 배면쪽에는 잉크 공급을 위한 매니폴드(36)가 형성되어 있으며, 잉크챔버(32)의 바닥에는 잉크챔버(32)와 매니폴드(36)를 연결하는 잉크채널(34)이 관통 형성되어 있다. 그리고, 기판(30) 상에는 다수의 물질층(41, 42, 43)이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(40)가 기판(30)과 일체로 형성되어 있다. 노즐 플레이트(40)에는 잉크챔버(32)의 중심부에 대응되는 위치에 노즐(47)이 형성되어 있으며, 노즐(47)의 둘레에는 도체(46)에 연결된 히터(45)가 배치되어 있다. 노즐(47)의 가장자리에는 잉크챔버(32)의 깊이 방향으로 연장된 노즐 가이드(44)가 형성되어 있다. 상기 히터(45)에서 발생된 열은 절연층(41)을 통해 잉크챔버(32) 내부의 잉크(48)로 전달되고, 이에 따라 잉크(48)는 비등되어 버블(49)이 생성된다. 생성된 버블(49)은 팽창하며 잉크챔버(32) 내에 채워진 잉크(48)에 압력을 가하게 되고, 이에 따라 잉크(48)는 노즐(47)을 통해 액적(48')의 형태로 토출된다. 그 다음에, 대기와 접촉되는 잉크(48)의 표면에 작용하는 표면장력에 의해, 매니폴드(36)로부터 잉크채널(34)을 통해 잉크(48)가 흡입되면서 잉크챔버(32)에 다시 잉크(48)가 채워진다.

<25> 상기한 바와 같은 구조를 가진 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 실리콘 기판(30)과 노즐 플레이트(40)가 일체로 형성되어 제조 공정이 간단하고 오정렬의 문제점이 해소되는 장점이 있으며, 또한 노즐(46), 잉크챔버(32), 잉크채널(34) 및 매니폴드(36)가 수직으로 배열됨으로써, 도 1a 도시된 잉크젯 프린트헤드에 비해 노즐 밀도를 높일 수 있는 장점이 있다.

<26> 한편, 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 잉크가 액적의 형태로 분사되므로 우수한 인쇄 성능을 나타내기 위해서는 잉크가 완전한 액적의 형태로 안정하게 분사될 수 있어야 한다. 프린트헤드에 있어서 노즐의 크기, 형태 및 표면 성질 등은 분사되는 잉크 액적의 크기, 잉크 액적 분사의 안정성과 토출 속도 등에 큰 영향을 미치는 중요한 인자들이다. 특히, 노즐 플레이트의 표면 성질은 잉크 토출 특성에 큰 영향을 미친다. 일반적으로, 노즐 플레이트의 표면 성질이 소수성인 경우에는 잉크가 완전한 액적의 형태로 토출될 수 있으며 토출되는 잉크 액적의 직진성도 향상되어 인쇄 품질이 향상된다. 또한, 잉크가 분사된 후 노즐 내에 형성되는 메니스커스(meniscus)도 빠르게 안정되어 잉크챔버 내로 외기가 유입되는 것이 방지되며, 노즐 플레이트 표면이 잉크에 의해 오염되는 것도 방지될 수 있다. 반면에, 노즐 플레이트의 표면 성질이 친수성인 경우에는 잉크 액적의 크기와 토출 속도를 떨어지는 단점이 있다.

<27> 따라서, 도 2에 도시된 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 도시되지는 않았지만 노즐 플레이트(40)의 표면에 소수성 코팅막을 형성하여 상기한 바와 같이 잉크 토출 성능을 향상시킨다.

<28> 그런데, 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 노즐 플레이트(40)의 표면에 소수성 물질을 도포할 때, 소수성 물질이 노즐 플레이트(40)의 표면뿐만 아니라 노즐(47)의 내면 및 잉크챔버(32)의 내면 까지 도포될 수 있다. 이 경우에는, 친수성을 가져야 할 노즐(47)의 내면 및 잉크챔버(32)의 내면의 성질까지 소수성으로 변하게 되므로, 노즐(47) 내부에 잉크가 채워지기 힘들고 메니스커스도 잉크챔버(32)쪽으로 후퇴하게 된다. 이에 따라, 토출되는 잉크 액적의 크기와 속도가 떨어져 잉크 토출 특성이 저하되는 문제점이 발생된다.

<29> 그리고, 도 2에 도시된 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 히터(45) 주위에 형성된 물질층(41, 42, 43)이 전기적인 절연을 위해 산화물(oxide) 또는 질화물(nitride) 등의 열전도도가 낮은 절연 물질로 이루어져 있다. 따라서, 잉크(48)의 토출을 위해 가열된 히터(45), 잉크챔버(32) 내의 잉크(48) 및 노즐 가이드(44) 등이 초기 상태까지 충분히 냉각되는 데에는 비교적 많은 시간이 소요되므로, 구동 주파수를 충분히 높일 수 없는 단점이 있다.

<30> 또한, 도 2에 도시된 잉크젯 프린트헤드에서는 노즐 플레이트(40)의 두께가 비교적 얇아서 노즐(47)의 길이를 충분하게 확보하지 못하는 단점이 있다. 노즐(47)의 길이가 짧으면, 토출되는 잉크 액적(48')의 직진성이 저하되는 단점과 함께, 잉크 액적(48')의 토출 후에 잉크(48) 표면의 메니스커스(meniscus)가 잉크챔버(32) 내로 침입할 수도 있어 안정적인 고속인쇄를 구현하는데 어려움이 있다. 이러한 문제점들을 해소하기 위해 노즐(47)의 가장자리에 노즐 가이드(44)를 형성시키지만, 노즐 가이드(44)의 길이가 너무 길게 되면, 기판(30)을 식각하여 잉크챔버(32)를 형성하기가 곤란하게 되며, 또한 노즐 가이드(44)에 의해 버블(49)의 팽창이 제한되는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 노즐 가이드(44)에 의해 노즐(47)의 길이를 충분히 확보하는 데에는 한계가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<31> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 특히 두꺼운 금속층을 가진 노즐 플레이트가 기판 상에 일체로 형성되고, 상기 노즐 플레이트의 금속층 바깥쪽 표면에만 소수성 코팅막이 형성되어 잉크 토출의 직진성과 토출 특성이 개선된 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공하는데 그 목적이 있다.

<32> 또한, 본 발명은 상기한 구조를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 제공하는데 그 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<33> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은,

<34> 토출될 잉크가 채워지는 잉크챔버와, 상기 잉크챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크챔버와 매니폴드를 연결하는 잉크채널이 형성된 기판;

<35> 상기 기판 상에 순차 적층된 다수의 보호층과, 상기 다수의 보호층 위에 형성된 금속층을 포함하며, 상기 잉크챔버로부터 잉크가 토출되는 노즐이 관통되어 형성된 노즐 플레이트;

<36> 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 잉크챔버의 상부에 위치하여 상기 잉크챔버 내부의 잉크를 가열하는 히터;

<37> 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체; 및

<38> 상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 형성되며, 소수성을 가지는 코팅막;을 구비하는 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공한다.

<39> 상기 소수성 코팅막은 내화특성과 내마모성도 함께 가진 물질, 예컨대 불소 함유 화합물과 금속물질 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 불소 함유 화합물은 PTFE 또는 불화탄소인 것이 바람직하며, 상기 금속물질은 금(Au)인 것이 바람직하다.

- <40> 그리고, 상기 금속층은 니켈로 이루어진 것이 바람직하며, 전기도금에 의해 30 ~ 100 μ m 두께로 형성될 수 있다.
- <41> 또한, 상기 노즐은 상기 다수의 보호층에 형성된 하부 노즐과, 상기 금속층에 형성된 상부 노즐로 이루어질 수 있으며, 이 경우 상기 상부 노즐은 출구쪽으로 가면서 점차 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성된 것이 바람직하다.
- <42> 또한, 상기 노즐 플레이트에는 상기 잉크챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 금속층에 접촉되는 열전도층이 마련된 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 열전도층은 알루미늄, 알루미늄 합금, 금 및 은 중에서 어느 하나의 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- <43> 그리고, 본 발명은 상기한 구조를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 제공한다.
- <44> 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은,
- <45> (가) 기판을 준비하는 단계;
- <46> (나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;
- <47> (다) 상기 보호층들을 관통하도록 식각하여 하부 노즐을 형성하는 단계;
- <48> (라) 상기 보호층들 위에 금속층을 형성하고, 상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 소수성을 가진 코팅막을 형성하면서, 상기 금속층과 상기 코팅막을 관통하며 상기 하부 노즐과 연결되는 상부 노즐을 형성하는 단계;

- <49> (마) 상기 상부 노즐과 하부 노즐을 통해 노출된 상기 기판의 상면쪽을 식각하여 잉크가 채워지는 잉크챔버를 형성하는 단계; 및
- <50> (바) 상기 기판을 식각하여 잉크를 공급하는 매니폴드와, 상기 잉크챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크채널을 형성하는 단계;를 구비한다.
- <51> 그리고, 상기 (가) 단계에서, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것이 바람직하다.
- <52> 상기 (나) 단계에서는, 상기 보호층들 사이에 상기 잉크챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 금속층에 접촉되는 열전도층을 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 열전도층은 상기 도체와 동일한 금속물질로 동시에 형성될 수 있으며, 상기 도체 위에 절연층을 형성한 후 상기 절연층 위에 형성될 수도 있다.
- <53> 상기 (다) 단계에서, 상기 하부 노즐은 상기 히터 안쪽의 상기 보호층들을 반응성 이온식각에 의해 건식식각함으로써 형성될 수 있다.
- <54> 상기 (라) 단계는, 상기 보호층들 위에 전기도금을 위한 시드층을 형성하는 단계와; 상기 시드층 위에 상기 상부 노즐을 형성하기 위한 도금틀을 형성하는 단계와; 상기 시드층 위에 상기 금속층을 전기도금에 의해 형성하는 단계와; 상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 상기 소수성 코팅막을 형성하는 단계와; 상기 도금틀과 상기 도금틀 아랫부분의 상기 시드층을 제거하는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.

- <55> 여기에서, 상기 시드층은 티타늄과 구리 중에서 적어도 하나의 금속을 상기 보호층들 위에 증착함으로써 형성될 수 있다. 한편, 상기 시드층은 티타늄과 구리가 순차 적층된 복수의 금속층으로 이루어질 수도 있다.
- <56> 그리고, 상기 도금층은 상기 시드층 위에 포토레지스트 또는 감광성 폴리머를 소정의 두께로 도포한 뒤, 이를 상기 상부 노즐의 형상으로 패터닝함으로써 형성될 수 있다.
- <57> 이 때, 상기 도금층은 포토마스크를 상기 포토레지스트 또는 감광성 폴리머의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 아래쪽으로 갈수록 단면적이 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝하는 것이 바람직하다.
- <58> 상기 금속층은 니켈로 이루어질 수 있으며, 30 ~ 100 μ m 두께로 형성되는 것이 바람직하다.
- <59> 상기 코팅막은 불소 함유 화합물과 금속물질 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것이 바람직하다.
- <60> 상기 불소 함유 화합물로서 PTFE를 사용할 수 있으며, 이 경우 상기 PTFE는 니켈과 함께 상기 금속층의 표면에 복합도금될 수 있다.
- <61> 한편, 상기 불소 함유 화합물로서 불화탄소를 사용할 수도 있으며, 이 경우 상기 불화탄소는 플라즈마 화학기상증착에 의해 상기 금속층의 표면에 증착될 수 있다.
- <62> 또한, 상기 금속물질로는 금(Au)를 사용할 수 있으며, 이 경우 상기 금은 증발 장치에 의해 상기 금속층의 표면에 증착될 수 있다.

- <63> 그리고, 상기 (마) 단계에서, 상기 잉크챔버는 상기 노즐을 통해 노출된 상기 기판을 등방성 건식식각함으로써 형성될 수 있다.
- <64> 또한, 상기 (바) 단계에서, 상기 매니폴드는 상기 기판의 저면쪽을 식각함으로써 형성될 수 있으며, 상기 잉크채널은 상기 매니폴드와 상기 잉크챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각함으로써 형성될 수 있다.
- <65> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 또한, 한 층이 기판이나 다른 층의 위에 존재한다고 설명될 때, 그 층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 그 위에 존재할 수도 있고, 그 사이에 제 3의 층이 존재할 수도 있다.
- <66> 도 3a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다. 도면에는 잉크젯 프린트헤드의 단위 구조만 도시되어 있지만, 칩 상태로 제조되는 잉크젯 프린트헤드에서는 도시된 단위 구조가 1열 또는 2열로 배치되며, 해상도를 더욱 높이기 위해 3열 이상으로 배치될 수도 있다.
- <67> 도 3a와 도 3b를 함께 참조하면, 기판(110)에는 토출될 잉크가 채워지는 잉크챔버(132)와, 잉크챔버(132)로 공급될 잉크가 흐르는 매니폴드(136)와, 잉크챔버(132)와 매니폴드(136)를 연결하는 잉크채널(134)이 형성된다.
- <68> 상기 기판(110)으로는 집적회로의 제조에 널리 사용되는 실리콘 웨이퍼가 사용될 수 있다. 상기 잉크챔버(132)는 기판(110)의 상면쪽에 소정 깊이로 형성될 수 있으며,

그 형성방법에 따라 반구형 또는 다른 형상으로 형성될 수 있다. 상기 매니폴드(136)는 잉크 챔버(132)의 아래쪽에 위치하도록 기관(110)의 저면쪽에 형성되며, 잉크를 담고 있는 잉크 리저버(미도시)와 연결된다. 그리고, 상기 잉크채널(134)은 잉크챔버(132)와 매니폴드(136) 사이의 기관(110)을 수직으로 관통하여 형성된다. 잉크채널(134)은 잉크챔버(132)의 바닥면 중심부위에 형성될 수 있으며, 그 수평 단면 형상은 원형으로 된 것이 바람직하다. 한편, 잉크채널(134)의 수평 단면 형상은 원형이 아니더라도 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 또한, 잉크채널(134)은 잉크챔버(132)의 중심부위가 아니더라도 기관(110)을 수직으로 관통하여 잉크챔버(132)와 매니폴드(136)를 연결 가능한 위치에 형성될 수 있다.

<69> 상기한 바와 같이 잉크 챔버(132), 잉크채널(134) 및 매니폴드(136)가 형성되어 있는 기관(110)의 상부에는 노즐 플레이트(120)가 마련된다. 상기 노즐 플레이트(120)는 잉크챔버(132)의 상부벽을 이루며, 잉크챔버(132)의 중심에 대응하는 위치에는 잉크챔버(132)로부터 잉크의 토출이 이루어지는 노즐(138)이 수직으로 관통되어 형성된다.

<70> 상기 노즐 플레이트(120)는 기관(110) 상에 적층된 다수의 물질층으로 이루어진다. 이 물질층들은 기관(110) 상에 순차적으로 적층된 제1, 제2 및 제3 보호층(121, 122, 126)과, 제3 보호층(126) 위에 전기도금에 의해 적층된 금속층(128)과, 금속층(128)의 바깥쪽 표면에 형성된 소수성 코팅막(129)을 포함한다. 상기 제1 보호층(121)과 제2 보호층(122) 사이에는 히터(142)가 마련되며, 제2 보호층(122)과 제3 보호층(126) 사이에는 도체(144)가 마련된다. 그리고, 제2 보호층(122)과 제3 보호층(126) 사이에는 열전도층(124)이 더 마련될 수 있다.

- <71> 상기 제1 보호층(passivation layer, 121)은 노즐 플레이트(120)를 이루는 다수의 물질층 중 가장 아래쪽의 물질층으로서 기판(110)의 상면에 형성된다. 상기 제1 보호층(121)은 그 위에 형성되는 히터(142)와 그 아래의 기판(110) 사이의 절연과 히터(142)의 보호를 위한 물질층으로서 실리콘 산화물이나 실리콘 질화물로 이루어질 수 있다.
- <72> 제1 보호층(121) 위에는 잉크챔버(132)의 상부에 위치하여 잉크챔버(132) 내부의 잉크를 가열하는 히터(142)가 노즐(138)을 둘러싸는 형상으로 형성된다. 이 히터(142)는 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 탄탈륨-알루미늄 합금, 탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium nitride), 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)와 같은 저항 발열체로 이루어진다. 상기 히터(142)는 도시된 바와 같이 노즐(138)을 둘러싸는 원형의 링 형상으로 형성될 수 있으며, 또는 사각형이나 다이아몬드 형상으로 형성될 수도 있다.
- <73> 상기 제2 보호층(122)은 히터(142)의 보호를 위해 제1 보호층(121)과 히터(142) 위에 마련된다. 상기 제2 보호층(122)도 제1 보호층(121)과 마찬가지로 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다.
- <74> 제2 보호층(122) 위에는 히터(142)와 전기적으로 연결되어 히터(142)에 펄스 형태의 전류를 인가하는 도체(conductor, 144)가 마련된다. 상기 도체(144)의 일단부는 제2 보호층(122)에 형성된 제1 컨택홀(C₁)을 통해 히터(142)에 접속된다. 그리고, 상기 도체(144)는 도전성이 양호한 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금 또는 금이나 은으로 이루어질 수 있다.
- <75> 상기 제2 보호층(122) 위에는 상기한 바와 같이 열전도층(124)이 마련될 수 있다. 상기 열전도층(124)은 히터(142)와 히터(142) 주변의 열을 기판(110)과 후술하는 금속층

(128)으로 전도시키는 기능을 하는 것으로, 가능한 한 잉크 챔버(132)와 히터(142)를 모두 덮을 수 있도록 넓게 형성되는 것이 바람직하다. 다만, 열전도층(124)과 도체(144) 사이의 절연을 위해 열전도층(124)은 도체(144)로부터 소정 간격을 두고 형성되어야 한다. 한편, 열전도층(124)과 히터(142) 사이의 절연은 상기한 바와 같이 그들 사이에 개재된 제2 보호층(122)에 의해 이루어질 수 있다. 그리고, 열전도층(124)은 제1 보호층(121)과 제2 보호층(122)을 관통하여 형성된 제2 컨택홀(C₂)을 통해 기판(110)의 상면에 접촉된다.

<76> 상기 열전도층(124)은 열전도성이 양호한 금속으로 이루어진다. 상기한 바와 같이 열전도층(124)이 도체(144)와 함께 제2 보호층(122) 위에 형성되는 경우에는, 열전도층(124)은 도체(144)와 같은 금속물질, 즉 알루미늄이나 알루미늄 합금 또는 금이나 은으로 이루어질 수 있다.

<77> 한편, 열전도층(124)을 도체(144)의 두께보다 두껍게 형성하고자 하거나, 도체(144)와는 다른 금속물질로 형성하고자 하는 경우에는, 도체(144)와 열전도층(124) 사이에 도시되지 않은 절연층이 마련될 수 있다.

<78> 상기 제3 보호층(126)은 상기 도체(144)와 제2 보호층(122) 위에 마련된다. 상기 제3 보호층(126)은 그 위에 마련되는 금속층(128)과 그 아래의 도체(144) 사이의 절연과 도체(144)의 보호를 위해 마련된다. 제3 보호층(126)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다. 상기 열전도층(124)의 상면에는 후술하는 금속층(128)과의 접촉을 위해 상기 제3 보호층(126)을 가능한 한 형성하지 않는 것이 바람직하다.

<79> 상기 금속층(128)은 열전도성이 양호한 금속물질, 바람직하게는 니켈로 이루어진다. 한편, 상기 금속층(128)은 니켈이 아니더라도 구리와 같은 금속으로 이루어질 수도 있다. 금속층(128)은 제3 보호층(126) 위에 상기 금속물질을 전기도금함으로써 대략 30 ~ 100 μ m, 바람직하게는 45 μ m 이상의 비교적 두꺼운 두께로 형성된다. 이를 위해, 제3 보호층(126) 위에는 상기 금속물질의 전기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)이 마련된다. 상기 시드층(127)은 전기 전도성이 양호하고 상기 금속층(128)과 식각 선택성을 가지는 금속, 예컨대 티타늄 또는 구리로 이루어질 수 있다.

<80> 이러한 금속층(128)은 히터(142) 및 그 주변의 열을 외부로 발산하는 기능을 한다. 특히, 금속층(128)이 도금 공정에 의해 비교적 두꺼운 두께로 형성되므로, 이를 통해 효과적인 방열이 이루어진다. 즉, 잉크가 토출된 후에 히터(142) 및 그 주변에 잔류하는 열은 열전도층(124)을 통해 기판(110) 및 열발산층(128)으로 전도되어 외부로 발산된다. 따라서, 잉크가 토출된 후에 보다 빠른 방열이 이루어지고 노즐(138) 주위의 온도가 낮아지게 되므로, 높은 구동주파수로 안정적인 인쇄가 가능하게 된다.

<81> 상기 금속층(128)의 바깥쪽 표면에는 전술한 바와 같이 소수성 코팅막(129)이 형성된다. 따라서, 상부 노즐(138b)의 내면은 친수성을 유지한다. 전술한 바와 같이, 상기 소수성 코팅막(129)은 잉크가 완전한 액적의 형태로 분사될 수 있도록 하며, 잉크가 분사된 후 노즐(138) 내에 형성되는 메니스커스(meniscus)도 빠르게 안정될 수 있도록 한다. 이러한 소수성 코팅막(129)에 의해, 노즐 플레이트(120)의 표면이 잉크 또는 이물질에 의해 오염되는 것도 방지될 수 있으며, 잉크 토출의 직진성도 확보할 수 있게 된다. 그리고, 본 발명에서는 상기 소수성 코팅막(129)은 금속층(128)의 바깥쪽 표면에만 형성

되고, 노즐(138)의 내면에는 형성되지 않는다. 따라서, 노즐(138) 내부에 잉크가 충분히 채워질 수 있으며, 메니스커스도 노즐(138) 내부에 유지될 수 있다.

<82> 한편, 노즐 플레이트(120)의 표면은 고온상태에서 잉크와 공기에 계속 노출되어 있으므로, 잉크에 의한 부식과 공기중의 산소에 의한 산화가 일어나게 된다. 그리고, 노즐 플레이트(120)의 표면은 잔류된 잉크를 제거하기 위해 주기적으로 와이핑(wiping)된다. 따라서, 소수성 코팅막(129)은 산화와 부식을 견딜 수 있는 내화특성과 마찰에 견딜 수 있는 내마모성도 가질 것을 필요로 한다. 따라서, 본 발명에 따른 프린트헤드에서, 상기 코팅막(129)은 소수성뿐만 아니라 내화특성과 내마모성이 모두 우수한 물질, 예컨대 불소 함유 화합물(fluorine-containing compound)과 금속물질 중 적어도 하나의 물질로 이루어진다. 상기 불소 함유 화합물로는 PTFE(Polytetrafluoroethylene) 또는 불화탄소(fluorocarbon)가 바람직하며, 상기 금속물질로는 금(Au)이 바람직하다.

<83> 그리고, 상기 노즐 플레이트(120)에는 상기한 바와 같이 노즐(138)이 형성된다. 상기 노즐(138)의 단면 형상은 원형으로 된 것이 바람직하다. 한편, 노즐(138)의 단면 형상은 원형이 아니더라도 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 그리고, 상기 노즐(138)은 하부 노즐(138a)과 상부 노즐(138b)로 이루어진다. 하부 노즐(138a)은 상기 보호층들(121, 122, 126)을 수직으로 관통하여 형성되며, 상부 노즐(138b)은 상기 금속층(128)을 수직으로 관통하여 형성된다. 그리고, 상부 노즐(138b)은 실린더 형상으로 형성될 수도 있으나, 도시된 바와 같이 출구쪽으로 가면서 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성된 것이 바람직하다. 이와 같이 상부 노즐(138b)이 테이퍼 형상으로 된 경우에는, 잉크의 토출 후 잉크 표면의 메니스커스가 보다 빨리 안정되는 장점이 있다.

- <84> 또한, 상기한 바와 같이 노즐 플레이트(120)의 금속층(128)이 비교적 두꺼운 두께로 형성되므로, 노즐(138)의 길이를 충분히 길게 확보할 수 있게 된다. 따라서, 안정적인 고속 인쇄가 가능하게 되고, 노즐(138)을 통해 토출되는 잉크 액적의 직진성이 향상된다. 즉, 토출되는 잉크 액적이 기관(110)에 대해 정확히 수직한 방향으로 토출될 수 있다.
- <85> 이하에서는 도 4a 내지 4c를 참조하며 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메카니즘을 설명하기로 한다.
- <86> 먼저 도 4a를 참조하면, 잉크챔버(132)와 노즐(138) 내부에 잉크(150)가 채워진 상태에서, 도체(144)를 통해 히터(142)에 펄스 형태의 전류가 인가되면 히터(142)에서 열이 발생된다. 발생한 열은 히터(142) 아래의 제1 보호층(121)을 통해 잉크챔버(132) 내부의 잉크(150)로 전달되고, 이에 따라 잉크(150)가 비등하여 버블(160)이 생성된다. 생성된 버블(160)은 지속적인 열의 공급에 따라 팽창하게 되고, 이에 따라 노즐(138) 내부의 잉크(150)는 노즐(138) 밖으로 밀려나가게 된다. 이 때, 노즐(138) 밖으로 밀려나간 잉크(150)는 노즐 플레이트(120)의 표면에 형성된 코팅막(129)이 가진 소수성에 의해 그 표면에 묻어서 퍼지는 것이 방지된다.
- <87> 이어서, 도 4b를 참조하면, 버블(160)이 최대로 팽창된 시점에서 인가했던 전류를 차단하면, 버블(160)은 수축하여 소멸된다. 이 때, 잉크챔버(132) 내에는 부압이 걸리게 되어 노즐(138) 내부의 잉크(150)는 다시 잉크챔버(132) 쪽으로 되돌아 오게 된다. 이와 동시에 노즐(138) 밖으로 밀려 나갔던 부분은 관성력에 의해 액적(150')의 형태로 노즐(138) 내부의 잉크(150)와 분리되어 토출된다. 이 때, 노즐 플레이트(120) 표면에는 소수성 코팅막(129)이 형성되고, 노즐(138)의 길이가 충분히 길게 확보되어 있으므로, 잉

크 액적(150')은 노즐(138) 내부의 잉크(150)으로부터 완전한 형태로 쉽게 분리될 수 있으며, 그 직진성도 향상될 수 있다.

<88> 잉크 액적(150')이 분리된 후 노즐(138) 내부에 형성되는 잉크(150) 표면의 메니스커스는 잉크챔버(132)쪽으로 후퇴하게 된다. 이 때, 본 발명에서는 두꺼운 노즐 플레이트(120)에 의해 충분히 긴 노즐(138)이 형성되어 있으므로, 메니스커스의 후퇴는 노즐(138) 내에서만 이루어지게 되고 잉크챔버(132) 내에까지 후퇴하지 않는다. 따라서, 잉크챔버(132) 내부로 외기가 유입되는 것이 방지되며, 메니스커스의 초기 상태로의 복귀도 빨라지게 되어 잉크 액적(150')의 고속 토출을 안정적으로 유지할 수 있다. 또한, 이 과정에서는 잉크 액적(150')의 토출 후 히터(142)와 그 주변에 잔류된 열이 열전도층(124)과 금속층(128)을 통해 전도되어 기판(110) 또는 외부로 발산되므로, 히터(142)와 노즐(138) 및 그 주변의 온도가 보다 빠르게 낮아지게 된다.

<89> 다음으로 도 4c를 참조하면, 잉크챔버(132) 내부의 부압이 사라지게 되면, 노즐(138) 내부에 형성되어 있는 메니스커스에 작용하는 표면장력에 의해 잉크(150)는 다시 노즐(138)의 출구 단부쪽으로 상승하게 된다. 이에 따라 잉크 챔버(132) 내부는 잉크 채널(134)을 통해 공급되는 잉크(150)로 다시 채워진다. 이 때, 노즐(138)의 내면은 친수성을 유지하고 있으므로 잉크(150)가 노즐(139) 내부에 충분히 채워질 수 있으며, 특히 상부 노즐(138b)이 테이퍼 형상으로 된 경우에는, 잉크(150)의 상승 속도가 보다 빨라지게 되는 장점이 있다. 잉크(150)의 리필이 완료되어 초기상태로 복귀하게 되면, 상기한 과정이 반복된다. 이 과정에서도, 열전도층(124) 및 금속층(128)을 통해 방열이 이루어지게 되어 열적으로도 초기상태로의 복귀가 보다 빨리 이루어질 수 있다.

- <90> 이하에서는 상기한 바와 같은 구조를 가진 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 설명하기로 한다.
- <91> 도 5 내지 도 16은 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.
- <92> 먼저, 도 5을 참조하면, 본 실시예에서 기판(110)으로는 실리콘 웨이퍼를 대략 300 ~ 500 μm 정도의 두께로 가공하여 사용한다. 실리콘 웨이퍼는 반도체 소자의 제조에 널리 사용되는 것으로서, 대량생산에 효과적이다.
- <93> 한편, 도 5에 도시된 것은 실리콘 웨이퍼의 극히 일부를 도시한 것으로서, 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드는 하나의 웨이퍼에서 수십 내지 수백개의 칩 상태로 제조될 수 있다.
- <94> 그리고, 준비된 실리콘 기판(110)의 상면에 제1 보호층(121)을 형성한다. 상기 제1 보호층(121)은 기판(110)의 상면에 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 증착함으로써 이루어질 수 있다.
- <95> 이어서, 기판(110)의 상면에 형성된 제1 보호층(121) 위에 히터(142)를 형성한다. 상기 히터(142)는 제1 보호층(121)의 전표면에 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 탄탈륨-알루미늄 합금, 탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium nitride) 또는 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)등의 저항 발열체를 소정 두께로 증착한 다음 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 구체적으로, 폴리 실리콘은 불순물로서 예컨대 인(P)의 소스가스와 함께 저압 화학기상증착법(LPCVD; Low pressure chemical vapor deposition)에 의해 대략 0.7 ~ 1 μm 두께로 증착될 수 있으며, 탄탈륨-알루미늄 합금,

탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium nitride) 또는 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)는 스퍼터링(sputtering)이나 화학기상증착법(CVD; Chemical vapor deposition) 등에 의해 대략 $0.1 \sim 0.3\mu\text{m}$ 두께로 증착될 수 있다. 이 저항 발열체의 증착 두께는, 히터(142)의 폭과 길이를 고려하여 적절한 저항값을 가지도록 다른 범위로 할 수도 있다. 제1 보호층(121)의 전표면에 증착된 저항 발열체는, 포토마스크와 포토레지스트를 이용한 사진공정과 포토레지스트 패턴을 식각마스크로 하여 식각하는 식각공정에 의해 패터닝될 수 있다.

<96> 다음으로, 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 보호층(121)과 히터(142)의 상면에 제2 보호층(122)을 형성한다. 구체적으로, 제2 보호층(122)은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 대략 $0.5 \sim 3\mu\text{m}$ 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이어서, 제2 보호층(122)을 부분적으로 식각하여 히터(142)의 일부분, 즉 도 7의 단계에서 도체(144)와 접촉될 부분을 노출시키는 제1 콘택홀(C_1)을 형성하고, 제2 보호층(122)과 제1 보호층(121)을 순차적으로 식각하여 기판(110)의 일부분, 즉 도 7의 단계에서 열전도층(124)과 접촉될 부분을 노출시키는 제2 콘택홀(C_2)을 형성한다. 상기 제1 및 제2 콘택홀(C_1 , C_2)의 형성은 동시에 이루어질 수 있다.

<97> 도 7은 제2 보호층(122)의 상면에 도체(144)와 열전도층(124)을 형성한 상태를 도시한 도면이다. 구체적으로, 도체(144)와 열전도층(124)은 전기 및 열 전도성이 좋은 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금 또는 금이나 은을 스퍼터링에 의해 대략 $1\mu\text{m}$ 두께로 증착하고 이를 패터닝함으로써 동시에 형성될 수 있다. 이 때, 도체(144)와 열전도층(124)은 서로 절연되도록 형성된다. 그러면, 도체(144)는 제1 콘택홀(C_1)을 통해 히터(142)와 접속되며, 열전도층(124)은 제2 콘택홀(C_2)을 통해 기판(110)과 접촉된다.

<98> 한편, 열전도층(124)의 두께를 도체(144)의 두께보다 두껍게 하고자 하거나 열전도층(124)을 이루는 금속물질을 도체(144)와는 다른 금속으로 하고자 하는 경우, 또는 도체(144)와 열전도층(124)을 보다 확실하게 절연시키고자 하는 경우에는, 도체(144)를 먼저 형성한 후에 열전도층(124)을 형성할 수 있다. 보다 상세하게 설명하면, 도 6의 단계에서 제1 콘택홀(C₁)만 형성하여 도체(144)만 형성한 후, 도체(144)와 제2 보호층(122)위에 절연층(미도시)을 형성한다. 절연층도 제2 보호층(122)과 동일한 물질로 동일한 방법에 의해 형성될 수 있다. 이어서, 절연층과 제2 및 제1 보호층(122, 121)을 순차적으로 식각하여 제2 콘택홀(C₂)을 형성한다. 그리고, 열전도층(124)을 상기한 방법과 동일한 방법으로 형성한다. 그러면, 도체(144)와 열전도층(124) 사이에 절연층이 개재된다.

<99> 도 8은 도 7의 결과물 표면에 제3 보호층(126)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 제3 보호층(126)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물을 플라즈마 화학기상증착법(PECVD; Plasma enhanced chemical vapor deposition)에 의해 대략 0.7 ~ 3 μ m 정도의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이어서, 제3 보호층(126)을 부분적으로 식각하여 도시된 바와 같이 열전도층(124)을 노출시킨다.

<100> 도 9는 하부 노즐(138a)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 하부 노즐(138a)은 히터(142) 안쪽으로 제3 보호층(126), 제2 보호층(122) 및 제1 보호층(121)을 반응성이온식각법(RIE; Reactive ion etching)에 의해 순차적으로 식각함으로써 형성될 수 있다.

<101> 도 10은 도 9의 결과물 전표면에 전기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 상기 시드층(127)은 전기도금을 위해 도전성이 양호한 티타늄(Ti) 또는 구리(Cu) 등의 금속을 스퍼터링에 의해 대략 100Å ~ 1000Å의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 그리고, 상기 시드층(127)을 이루는 금속물질은 후술하

는 바와 같이 금속층(128)과의 선택 성을 고려하여 정해진다. 한편, 상기 시드층(127)은 니켈(Ti)과 구리(Cu)를 순차적으로 적층하여 이루어진 복합층으로 형성될 수 있다.

<102> 다음으로, 도 11에 도시된 바와 같이, 상부 노즐(도 14의 138b)을 형성하기 위한 도금틀(plating mold, 139)을 형성한다. 상기 도금틀(139)은 시드 층(127)의 전표면에 포토레지스트를 소정 두께로 도포한 뒤, 이를 상부 노즐(138b)의 형상으로 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 한편, 상기 도금틀(139)은 포토레지스트뿐만 아니라 감광성 폴리머로도 이루어질 수 있다. 구체적으로, 시드층(127)의 전표면에 상부 노즐(138b)의 높이보다 약간 높은 두께로 포토레지스트를 도포한다. 이 때, 하부 노즐(138a) 내부에도 포토레지스트가 채워지도록 한다. 이어서, 포토레지스트를 패터닝하여 상부 노즐(138b)이 형성될 부위와 하부 노즐(138a) 내에 채워진 부분만을 남긴다. 이 때, 포토레지스트는 상면으로부터 아래쪽으로 갈수록 그 단면적이 점차 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝된다. 이러한 패터닝은 포토레지스트의 상면으로부터 소정 간격 이격되어 설치된 포토마스크를 통해 포토레지스트를 노광시키는 근접 노광(proximity exposure)에 의해 수행될 수 있다. 이 경우, 포토마스크를 통과한 광은 회절되고, 이에 따라 포토레지스트의 노광 부위와 노광되지 않은 부위의 경계면이 경사지게 형성된다. 그리고, 상기 경계면의 경사도와 노광 깊이는 근접 노광 공정에서 포토마스크와 포토레지스트 사이의 간격 및 노광 에너지에 의해 조절될 수 있다. 한편, 상부 노즐(138b)은 실린더 형상으로 형성될 수 있으며, 이 경우에는 포토레지스트는 기둥 형상으로 패터닝된다.

<103> 다음으로, 도 12에 도시된 바와 같이, 시드층(127)의 상면에 소정 두께의 금속층(128)을 형성한다. 금속층(128)은 열전도성이 양호한 금속, 예컨대 니켈(Ni) 또는 구리

(Cu), 바람직하게는 니켈(Ni)을 시드층(127) 표면에 전기도금함으로써 대략 30 ~ 100 μ m, 바람직하게는 45 μ m 이상의 비교적 두꺼운 두께로 형성될 수 있다. 구체적으로, 니켈(Ni)의 도금은 설��파민산 니켈 용액을 이용하여 수행될 수 있다. 이 때, 니켈의 도금은 도금틀(139)의 상단부에 약간 못 미친 지점에서 종료된다.

<104> 이어서, 도 13에 도시된 바와 같이 금속층(128)의 표면에 소수성을 가진 코팅막(129)을 형성한다. 상기 코팅막(129)은 전술한 바와 같이 소수성뿐만 아니라 내화화성과 내마모성을 가진 물질, 예컨대 불소 함유 화합물과 금속물질 중 적어도 하나의 물질로 이루어질 수 있다. 불소 함유 화합물로는 PTFE 또는 불화탄소가 바람직하며, 금속물질로는 금(Au)이 바람직하다. 이와 같은 물질들은 각각 적절한 방법에 의하여 금속층(128)의 표면에 소정 두께로 코팅될 수 있다. 예를 들면, 코팅막(129)을 PTFE를 사용하여 형성하는 경우에는, PTFE를 니켈과 함께 금속층(128)의 표면에 대략 0.1 μ m 내지 수 μ m 두께로 복합도금(composite plating)하는 "메타플론(Metaflon) 공정"이 이용될 수 있다. 한편, 코팅막(129)이 불화탄소로 이루어지는 경우에는, 플라즈마 화학기상증착법(PECVD)에 의해 불화탄소를 금속층(128)의 표면에 수 Å 내지 수백 Å의 두께로 증착할 수 있다. 이 때, 불화탄소는 도금틀(139) 위에도 증착되지만, 도금틀(139) 위에 증착된 불화탄소는 후술하는 도금틀(139)의 제거 공정에서 도금틀(139)과 함께 제거될 수 있다. 그리고, 코팅막(129)이 금으로 이루어지는 경우에는, 증발 장치(Evaporator)에 의해 금속층(128)의 표면에 금을 0.1 μ m 내지 1 μ m 두께로 형성할 수 있다.

<105> 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 노즐(138)이 형성될 부위에 미리 도금틀(139)을 형성한 뒤 금속층(128)과 소수성 코팅막(129)을 형성하게 되므로, 소수성 코팅막(129)은 금속층(128)의 바깥쪽 표면에만 형성되고 노즐(138)의 내면에는 형성되지 않는다.

- <106> 이어서, 도금층(139)을 제거하고, 도금층(139)의 제거에 의해 노출된 부위의 시드층(127)을 제거한다. 도금층(139)은 통상적인 포토레지스트의 제거방법에 의해, 예컨대 아세톤으로 제거될 수 있다. 시드층(127)은, 금속층(128)을 이루는 물질과 시드층(127)을 이루는 물질과의 식각 선택성을 고려하여 시드층(127)만을 선택적으로 식각하는 식각액을 사용하는 습식식각에 의해 식각될 수 있다. 예컨대, 시드층(127)이 구리(Cu)로 이루어진 경우에는 초산 베이스 식각액에 의해, 그리고 티타늄(Ti)으로 이루어진 경우에는 HF 베이스 식각액을 사용할 수 있다. 그러면, 도 14에 도시된 바와 같이 하부 노즐(138a)과 상부 노즐(138b)이 연결되어 완전한 노즐(138)이 형성되고, 다수의 물질층이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(120)가 완성된다.
- <107> 도 15는 기판(110)의 상면쪽에 소정 깊이의 잉크챔버(132)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 잉크챔버(132)는 노즐(138)에 의해 노출된 기판(110)을 등방성 식각함으로써 형성할 수 있다. 구체적으로, XeF_2 가스 또는 BrF_3 가스를 식각가스로 사용하여 기판(110)을 소정 시간 동안 건식식각한다. 그러면 도시된 바와 같이, 깊이와 반경이 대략 20 ~ 40 μm 인 반구형의 잉크챔버(132)가 형성된다.
- <108> 도 16은 기판(110)의 저면쪽을 식각하여 매니폴드(136)와 잉크채널(134)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 기판(110)의 배면에 식각될 영역을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 기판(110)의 배면을 에칭액으로 TMAH(Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화칼륨(KOH; potassium hydroxide)을 사용하여 습식식각하면, 도시된 바와 같이 측면이 경사진 매니폴드(136)가 형성된다. 한편, 매니폴드(136)는 기판(110)의 배면을 이방성 건식식각함으로써 형성될 수도 있다. 이어서, 매니폴드(136)가 형성된 기판(110)의 배면에 잉크 채널(134)을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 매니폴

드(136)와 잉크챔버(132) 사이의 기판(110)을 반응성이온식각법(RIE)에 의해 건식식각하여 잉크채널(134)을 형성한다. 한편, 잉크 채널(134)은 기판(110)의 상면쪽에서 노즐(138)을 통해 잉크챔버(132) 바닥의 기판(110)을 식각하여 형성할 수도 있다.

<109> 상기한 단계들을 거치게 되면, 도 16에 도시된 바와 같은 구조를 가진 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.

<110> 이상 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명했지만, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않고, 다양한 변형 및 균등한 타실시예가 가능하다. 예컨대, 본 발명에서 프린트헤드의 각 요소를 구성하기 위해 사용되는 물질은 예시되지 않은 물질을 사용할 수도 있다. 또, 각 물질의 적층 및 형성방법도 단지 예시된 것으로서, 다양한 증착방법과 식각방법이 적용될 수 있다. 아울러, 각 단계에서 예시된 구체적인 수치는 제조된 프린트헤드가 정상적으로 작동할 수 있는 범위 내에서 얼마든지 예시된 범위를 벗어나 조정가능하다. 또한, 본 발명의 프린트헤드 제조방법의 각 단계의 순서는 예시된 바와 달리할 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<111> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과를 가진다.

<112> 첫째, 노즐이 형성될 부위에 도금층을 형성한 뒤 금속층과 소수성 코팅막을 형성함으로써, 금속층의 바깥쪽 표면에만 소수성 코팅막이 형성되고 노즐 내부는 친수성이 유지된다. 따라서, 잉크 액적의 직진성, 잉크 액적의 크기 및 잉크 액적의 토출 속도 등

잉크 토출 성능이 향상되어 구동주파수가 높아지고 인쇄 품질이 향상될 수 있다. 또한, 프린트헤드의 표면 오염이 방지될 수 있으며, 화학적 및 기계적 내구성이 향상된다.

<113> 둘째, 전기도금에 의해 두꺼운 두께를 가진 금속층이 형성될 수 있으며, 이 금속층에 의해 방열 능력이 향상되어 잉크 토출 성능과 구동주파수를 향상시킬 수 있다. 또한, 금속층의 두께에 따라 노즐의 길이를 충분하게 확보할 수 있어서, 메니스커스를 노즐 내에 유지할 수 있으므로 안정적인 잉크의 리필이 가능하고, 토출되는 잉크 액적의 직진성이 향상될 수 있다.

<114> 셋째, 잉크챔버와 잉크채널이 형성된 기판상에 노즐이 마련된 노즐 플레이트가 일체화되어 형성되므로, 단일 웨이퍼 상에서 일련의 공정으로 잉크젯 프린트헤드를 구현할 수 있어서 잉크챔버와 노즐이 오정렬되는 종래의 문제점이 해소된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

토출될 잉크가 채워지는 잉크챔버와, 상기 잉크챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크챔버와 매니폴드를 연결하는 잉크채널이 형성된 기판;

상기 기판 상에 순차 적층된 다수의 보호층과, 상기 다수의 보호층 위에 형성된 금속층을 포함하며, 상기 잉크챔버로부터 잉크가 토출되는 노즐이 관통되어 형성된 노즐 플레이트;

상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 잉크챔버의 상부에 위치하여 상기 잉크챔버 내부의 잉크를 가열하는 히터;

상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체; 및

상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 형성되며, 소수성을 가지는 코팅막;을 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 소수성 코팅막은 내화특성과 내마모성도 함께 가진 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 소수성 코팅막은 불소 함유 화합물과 금속물질 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

상기 불소 함유 화합물은 PTFE 또는 불화탄소인 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 5】

제 3항에 있어서,

상기 금속물질은 금(Au)인 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 금속층은 니켈로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,

상기 금속층은 전기도금에 의해 30 ~ 100 μ m 두께로 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,

상기 노즐은 상기 다수의 보호층에 형성된 하부 노즐과, 상기 금속층에 형성된 상부 노즐로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 9】

제 8항에 있어서,

상기 상부 노즐은 출구쪽으로 가면서 점차 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 10】

제 1항에 있어서,

상기 노즐 플레이트에는 상기 잉크챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 금속층에 접촉되는 열전도층이 마련된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 11】

제 10항에 있어서,

상기 열전도층은 상기 열전도층은 알루미늄, 알루미늄 합금, 금 및 은 중에서 어느 하나의 금속 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

【청구항 12】

(가) 기판을 준비하는 단계;

(나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;

(다) 상기 보호층들을 관통하도록 식각하여 하부 노즐을 형성하는 단계;

(라) 상기 보호층들 위에 금속층을 형성하고, 상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 소수성을 가진 코팅막을 형성하면서, 상기 금속층과 상기 코팅막을 관통하며 상기 하부 노즐과 연결되는 상부 노즐을 형성하는 단계;

(마) 상기 상부 노즐과 하부 노즐을 통해 노출된 상기 기판의 상면쪽을 식각하여 잉크가 채워지는 잉크챔버를 형성하는 단계; 및

(바) 상기 기판을 식각하여 잉크를 공급하는 매니폴드와, 상기 잉크챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크채널을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 13】

제 12항에 있어서,

상기 (가) 단계에서, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 14】

제 12항에 있어서,

상기 (나) 단계에서, 상기 보호층들 사이에 상기 잉크챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 금속층에 접촉되는 열전도층을 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 15】

제 14항에 있어서,

상기 열전도층은 상기 도체와 동일한 금속물질로 동시에 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 16】

제 14항에 있어서,

상기 도체 위에 절연층을 형성한 후, 상기 절연층 위에 상기 열전도층을 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 17】

제 14항에 있어서,

상기 열전도층은 알루미늄, 알루미늄 합금, 금 및 은 중에서 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 18】

제 12항에 있어서,

상기 (다) 단계에서, 상기 하부 노즐은 상기 히터 안쪽의 상기 보호층들을 반응성 이온식각에 의해 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 19】

제 12항에 있어서, 상기 (라) 단계는,

상기 보호층들 위에 전기도금을 위한 시드층을 형성하는 단계;

상기 시드층 위에 상기 상부 노즐을 형성하기 위한 도금틀을 형성하는 단계;

상기 시드층 위에 상기 금속층을 전기도금에 의해 형성하는 단계;

상기 금속층의 바깥쪽 표면에만 상기 소수성 코팅막을 형성하는 단계; 및

상기 도금틀과 상기 도금틀 아랫 부분의 상기 시드층을 제거하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 20】

제 19항에 있어서,

상기 시드층은 티타늄과 구리 중에서 적어도 하나의 금속을 상기 보호층들 위에 증착함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 21】

제 20항에 있어서,

상기 시드층은 티타늄과 구리가 순차 적층된 복수의 금속층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 22】

제 19항에 있어서,

상기 도금틀은 상기 시드층 위에 포토레지스트 또는 감광성 폴리머를 소정의 두께로 도포한 뒤, 이를 상기 상부 노즐의 형상으로 패터닝함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 23】

제 22항에 있어서,

상기 도금틀은 포토마스크를 상기 포토레지스트 또는 감광성 폴리머의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 아래쪽으로 갈수록 단

면적이 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트 헤드의 제조방법.

【청구항 24】

제 23항에 있어서,

상기 포토레지스트 또는 감광성 폴리머와 상기 포토마스크 사이의 간격 및 노광 에너지를 조절함으로써 상기 도금층의 경사도를 조절하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 25】

제 19항에 있어서,

상기 금속층은 니켈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 26】

제 19항에 있어서,

상기 금속층은 30 ~ 100 μ m 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 27】

제 19항에 있어서,

상기 코팅막은 불소 함유 화합물과 금속물질 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 28】

제 27항에 있어서,

상기 불소 함유 화합물은 PTFE 또는 불화탄소인 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 29】

제 28항에 있어서,

상기 PTFE는 니켈과 함께 상기 금속층의 표면에 복합도금되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 30】

제 28항에 있어서,

상기 불화탄소는 플라즈마 화학기상증착에 의해 상기 금속층의 표면에 증착되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 31】

제 27항에 있어서,

상기 금속물질은 금(Au)인 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 32】

제 31항에 있어서,

상기 금은 증발 장치에 의해 상기 금속층의 표면에 증착되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 33】

제 12항에 있어서,

상기 (마) 단계에서, 상기 잉크챔버는 상기 노즐을 통해 노출된 상기 기판을 등방성 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

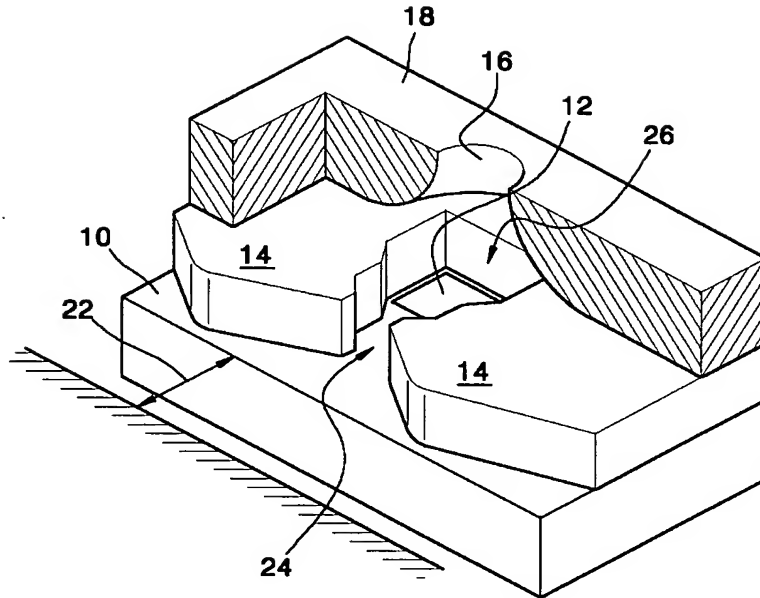
【청구항 34】

제 12항에 있어서,

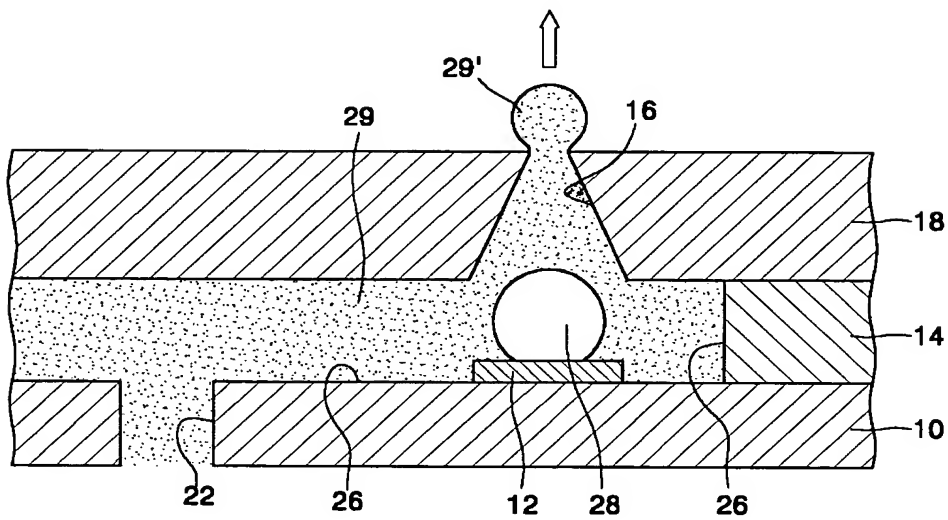
상기 (바) 단계에서, 상기 매니폴드는 상기 기판의 저면쪽을 식각함으로써 형성되고, 상기 잉크채널은 상기 매니폴드와 상기 잉크챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【도면】

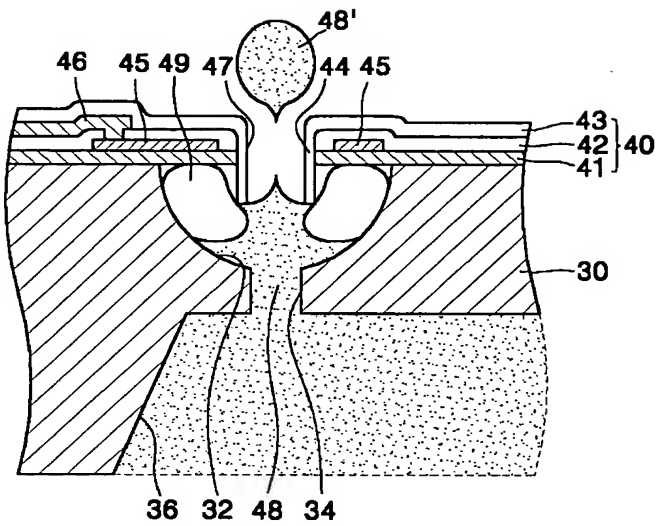
【도 1a】



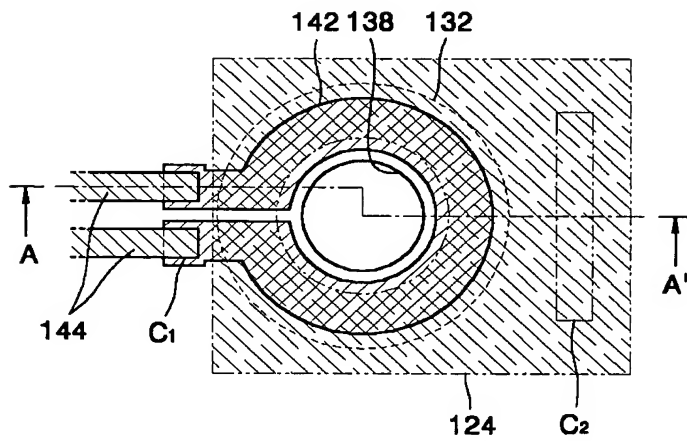
【도 1b】



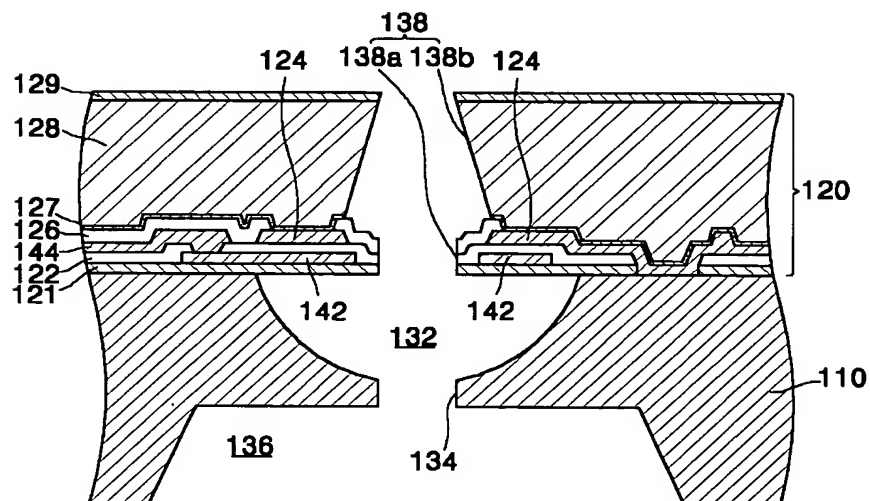
【도 2】



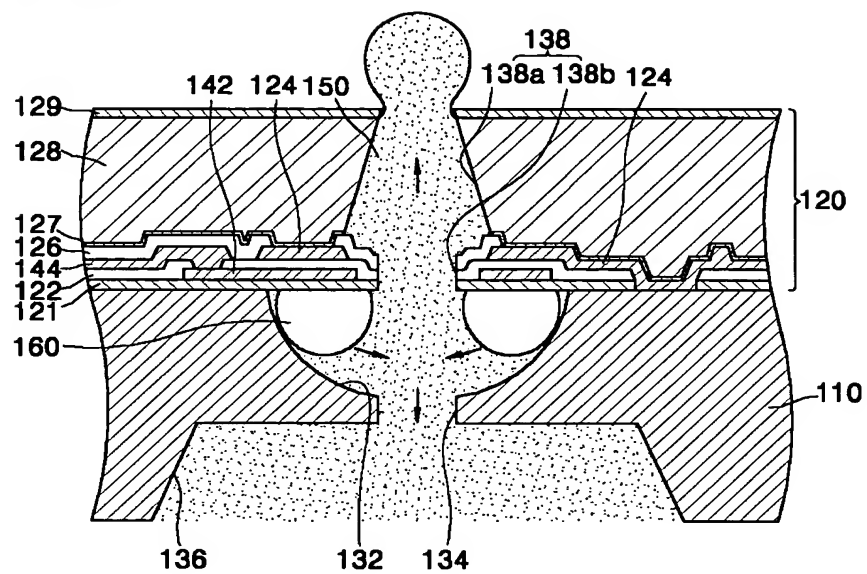
【도 3a】



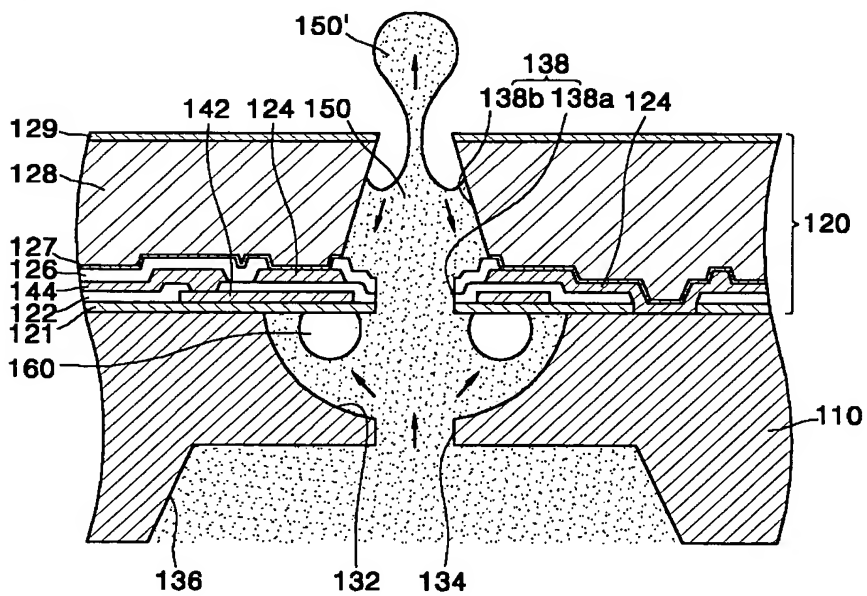
【도 3b】



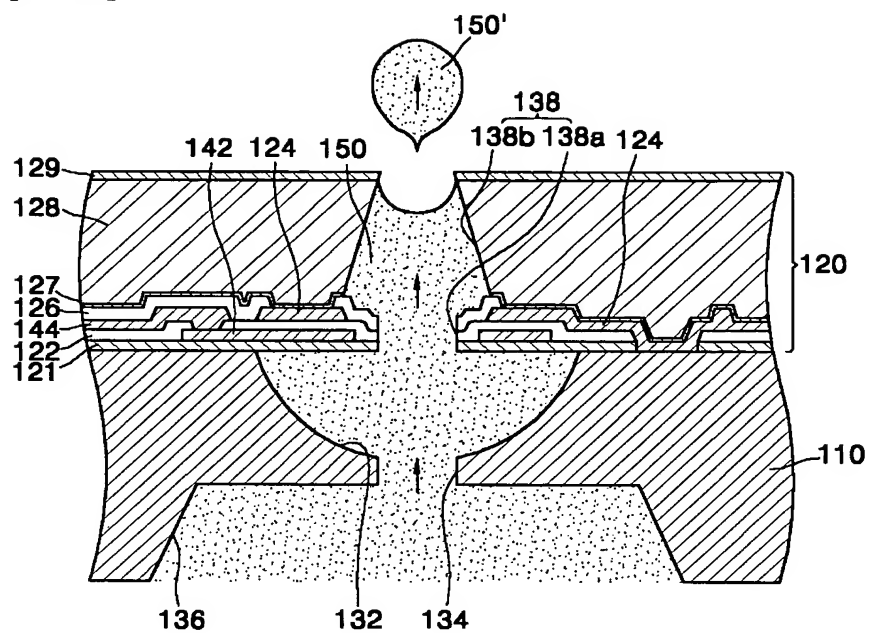
【도 4a】



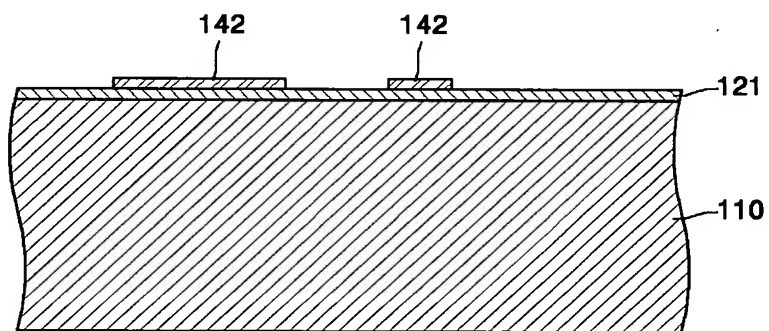
【도 4b】



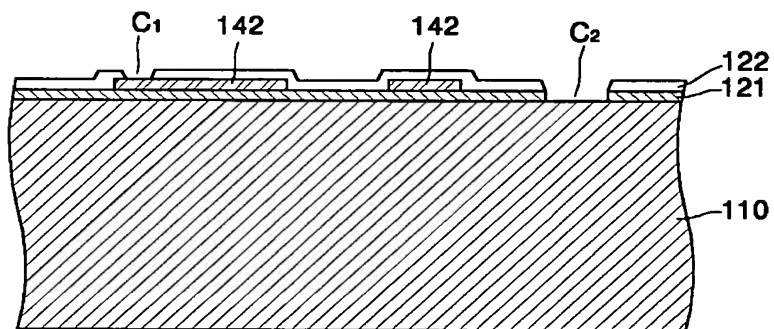
【도 4c】



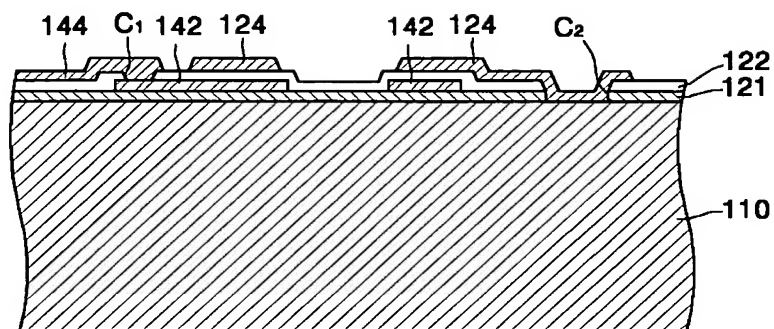
【도 5】



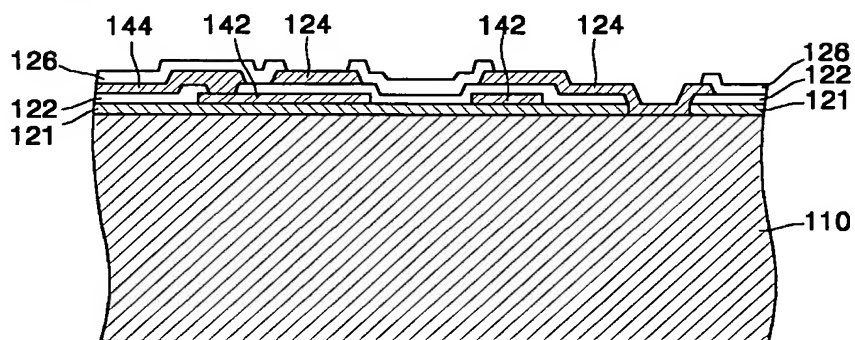
【도 6】



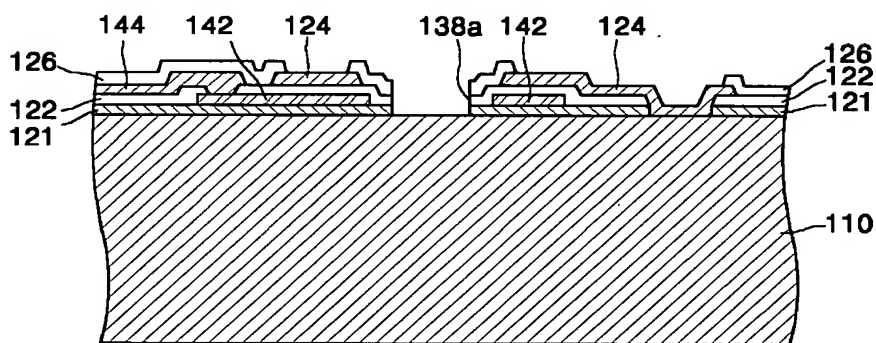
【도 7】



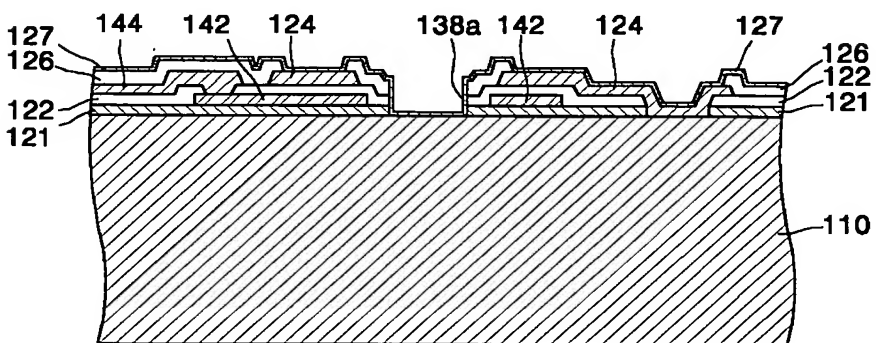
【도 8】



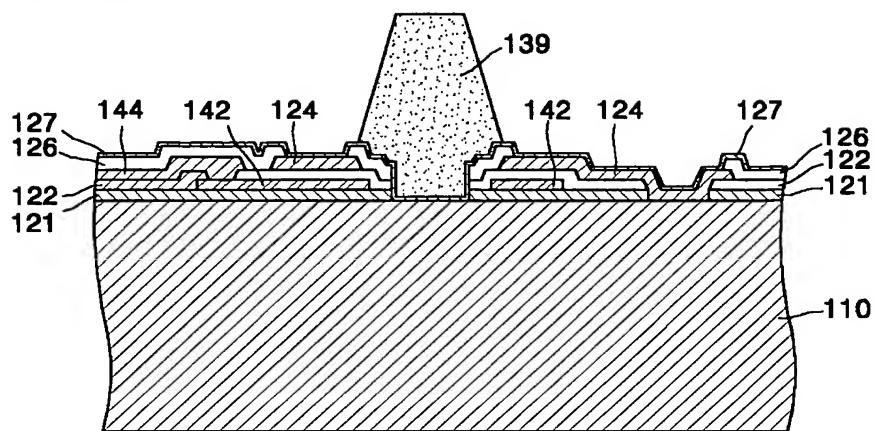
【도 9】



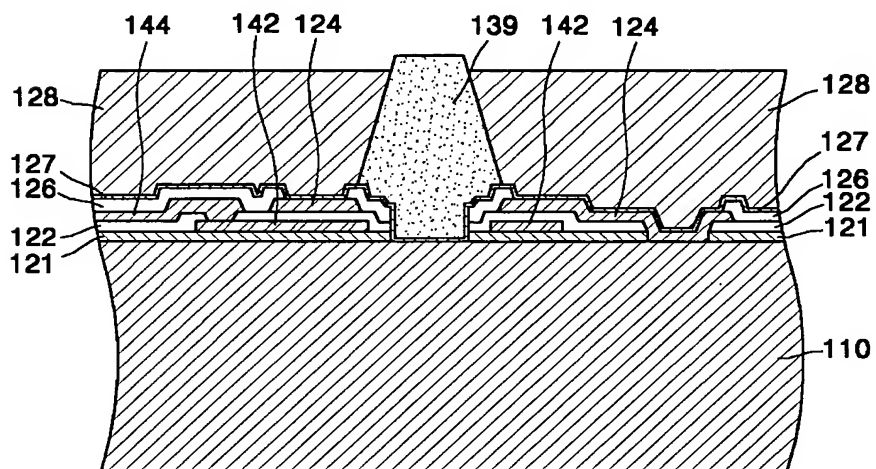
【도 10】



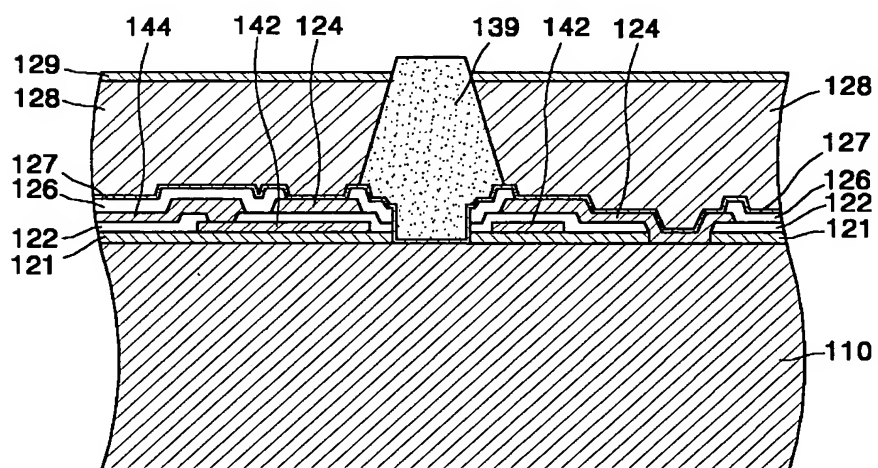
【도 11】



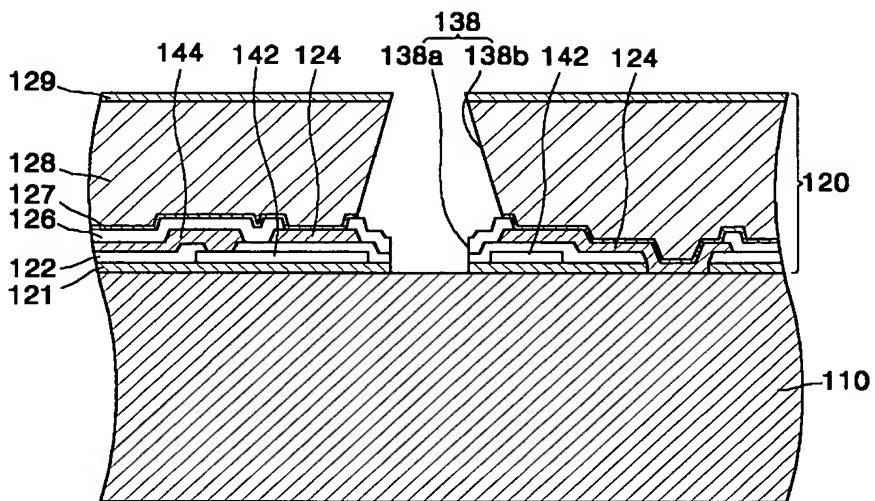
【도 12】



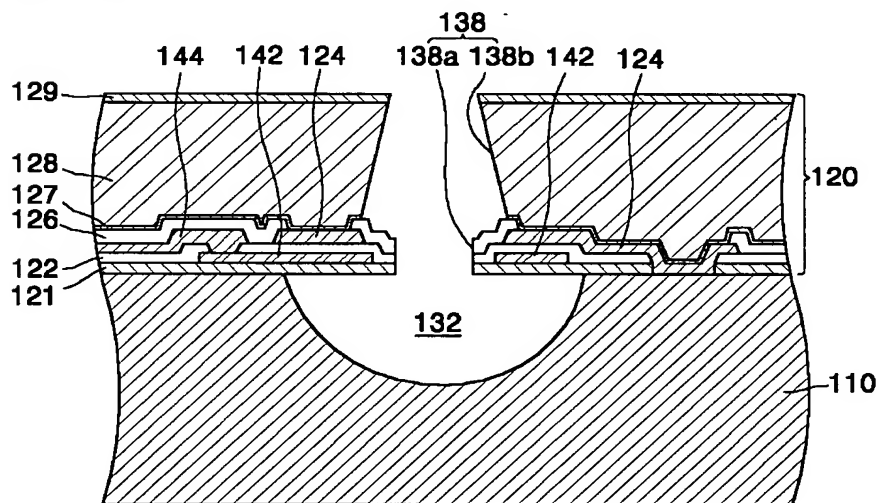
【도 13】



【도 14】



【도 15】



【도 16】

